

ПЕРЕРАБОТКА КЕРАТИНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ МАРАЛОВ

M.G. Krotova

THE PROCESSING OF KERATIN-CONTAINING MARAL MATERIAL

Кротова М.Г. – канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. Всероссийского НИИ пантового оленеводства Федерального Алтайского научного центра агробiotехнологий, г. Барнаул.
E-mail: wniipo@rambler.ru

Krotova M.G. – Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, All-Russia Research and Development Institute of Reindeer Breeding for Velvet Antlers, Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies, Barnaul.
E-mail: wniipo@rambler.ru

Изучены условия проведения гидролиза кератинсодержащего сырья маралов. Материалом служили шерсть и копыта маралов. Гидролиз осуществляли в автоклаве при температуре 120 °С в течение 5–10 часов и гидромодуле 1:10. Ферментативный гидролиз проводили в течение 8–12 часов при температуре 45–50 °С в поле ультразвука с применением ферментов микробного происхождения с кератиназной активностью: Протозим В (бактериальная протеаза) и Протозим С (грибная протеаза). Ферменты вносили в гидролизат в количестве 2 % от объема сырья. Полученный гидролизат отфильтровывали и высушивали в инфракрасной сушке до остаточной влажности 7–10 %. Установлено, что при переработке копыт марала оптимальным является гидролиз в автоклаве в течение 5 часов с последующей ферментацией в течение 8 часов, что обеспечивает 16,0 % выхода сухого растворимого концентрата с массовой долей белка 80,3 %. Проведен щелочной гидролиз шерсти марала в растворе гидроксида натрия концентрацией 0,5–1 % при содержании кератинсодержащего сырья в растворе не менее 10 % и температуре 90 °С. Показано, что при щелочном гидролизе происходит разрушение значительной части аминокислот, а также образование нежелательных побочных продуктов, что требует дополнительной очистки гидролизатов. Автоклавирование шерсти маралов в течение 10 часов с последующей ферментацией обеспечило выход растворимой белковой фракции от 15,5 до 16 % с массовой долей белка 41,8 %. Исследование полу-

ченных биосубстанций из кератинсодержащего сырья маралов на культуре инфузорий выявило, что показатель относительной биологической ценности концентратов из копыт марала был выше в 2–3 раза по сравнению с концентратом из шерсти.

Ключевые слова: кератинсодержащее сырье, марал, копыта, шерсть, гидролиз, концентрат.

The conditions of carrying out keratin-containing maral materials hydrolysis were studied. Maral wool and hooves served as the material of the study. The hydrolysis was conducted in an autoclave at the temperature of 120°C for 5–10 hours in 1:10 hydraulic module. Enzymatic hydrolysis was conducted for 8–12 hours at the temperature of 45–50 °C in ultrasound field using enzymes of microbial origin with keratinizing activity: Protozyme B (bacterial protease) and Protozyme C (fungus protease). The amount of enzymes introduced to hydrolysate comprised 2 % of raw material amount. Obtained hydrolysate was being filtered and dried up in infra-red drying chamber to residual humidity of 7–10 %. It was established that processing maral hooves by hydrolysis in the autoclave for 5 hours with subsequent fermentation within 8 hours providing 16.0 % of an exit of dry soluble concentrate with mass fraction of protein of 80.3 % was optimum. Alkaline hydrolysis of maral wool was conducted in 0.5–1 % sodium hydroxide solution with the content of keratin-containing material not less than 10 % at the temperature of 90°C. It was shown that at alkaline hydrolysis there was the destruction of considerable part of amino acids, and also the formation

of undesirable by-products demanding additional decontamination of hydrolysates. Autoclave treatment of maral wool for 10 hours and subsequent enzyme treatment provided from 15.5 to 16 % exit of soluble proteinaceous fraction with 41.8 % of protein mass fraction. The research of received bio-substances from keratin-containing raw materials of marals on the culture of infusorians showed that the indicator of relative biological value of concentrates from maral hooves was 2–3 times higher in comparison with wool concentrate.

Keywords: *keratin-containing raw materials, maral, hooves, wool, hydrolysis, concentrate.*

Введение. В настоящее время идет процесс интенсивного развития пантового оленеводства – отрасли сельского хозяйства, занимающейся разведением маралов и пятнистых оленей. Славится оленеводство своей уникальной продукцией (панты, кровь, хвосты, репродуктивные органы, сухожилия), которая обладает огромным количеством биологически активных веществ в своем составе [1, 2]. При переработке сырья маралов стоит задача максимально повысить биодоступность его компонентов, расширить ассортимент пищевых продуктов на его основе, а также снизить затраты на их производство.

На сегодняшний день проблемой перерабатывающей отрасли мараловодства является комплексная переработка сырья и внедрение безотходной технологии [3]. В связи с этим актуальность приобретают вопросы рационального применения второстепенной продукции мараловодства. Анализ литературных источников указывает на возможность эффективного использования кератиновых отходов. Белок кератин содержит в своем составе глутаминовую кислоту, лейцин, серин, пролин, валин, а наибольшая ценность данного сырья связана с наличием серосодержащих аминокислот цистина и метионина [4, 5]. Вышеизложенное объясняет интерес фармацевтических и косметических предприятий к кератиновым продуктам, как к новому ценному источнику белка. При этом биохимический анализ кератинового сырья позволяет оценить возможность применения этих белковых ресурсов как источников незаменимых аминокислот.

На мараловодческих предприятиях при убое животных кератинсодержащее сырье (копыта и шерсть маралов) в настоящее время не перерабатывается и в основном утилизируется, что обусловлено сложностью его переработки. Кератин имеет упороченную структуру и ограниченную растворимость, что обуславливает низкую функциональность данного сырья при промышленном производстве и требует разработки новых подходов и методов переработки и получения готовых белковых продуктов из кератинсодержащего сырья маралов.

Цель работы. Изучение возможности переработки кератинсодержащего сырья маралов.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в лаборатории переработки и сертификации пантовой продукции ФГБНУ ФАНЦА в период 2018 года. Для приготовления сухого растворимого концентрата из кератинсодержащего сырья проводили его гидротермическую обработку в автоклаве при следующих значениях параметров: гидромодуль – 1:10, температура нагрева – 120 °С, продолжительность гидролиза – 5–10 часов. Ферментативную обработку проводили в поле ультразвука мощностью 37 кГц при температуре 45–50 °С в течение 8–12 часов. Протеолиз осуществляли в присутствии ферментов микробного происхождения, обладающих кератиназной активностью: Протозима В (бактериальная протеаза) и Протозима С (грибная протеаза), вносимых в гидролизат в количестве 2 % от объема сырья.

Полученные гидролизаты отфильтровывали и высушивали в инфракрасной сушке при температуре 50 °С.

Гидролиз шерсти маралов с применением щелочей осуществляли в водном растворе гидроксида натрия (NaOH) концентрацией 0,5–1 % при содержании кератинсодержащего сырья в растворе не менее 10 % и температуре 90 °С.

С целью оценки качества экстракции проведен биохимический анализ полученных образцов концентратов по общепринятым методикам.

Токсичность и относительную биологическую ценность (ОБЦ) полученных концентратов оценивали с помощью тест-культуры инфузорий [6].

Результаты исследования и их обсуждение. При переработке шерсти марала апробирован способ обработки сырья водно-щелочным раствором гидроксида натрия при

температуре 90 °С (n=10). При экстракции шерсти 0,5%-м раствором щелочи степень экстракции кератина составила не более 3 % (шерсть практически не растворялась). При обработке шерсти 1%-м раствором гидроксида натрия степень экстракции кератинов составила 95–97 % (практически полное растворение шерсти) через 1 час экстракции при температуре 90 °С. Однако при данных условиях наблюдалась значительная деструкция аминокислот, которая выявлялась в образовании сероводорода при нейтрализации щелочи соляной кислотой. Таким образом, данная технология переработки шерсти приводит к разрушению значительной части аминокислот, а также к образованию нежелательных побочных продуктов, что требует дополнительной очистки гидролизатов, а следовательно, усложняет технологический процесс.

В другой серии опытов проводили высокотемпературный гидролиз шерсти в автоклаве с последующей ферментативной обработкой в поле ультразвука. При высокотемпературной обработке в течение 5 часов (n=6) выход белковой фракции составил 15,6 %. При автоклавировании шерсти марала в течение 10 часов

(n=6) выход кератиновых белков в гидролизат составил 16,0 %.

Проведен гидролиз копыт марала в автоклаве с последующей обработкой ферментами. В первой серии опытов осуществляли гидролиз в автоклаве в течение 5 часов. После автоклавирования проведен ферментативный гидролиз в течение 8 и 12 часов. Выход концентрата при данных технологических операциях составил 16,0 % после 8-часовой ферментации и 16,7 % после 12-часовой ферментации. Во второй серии опытов гидролиз в автоклаве проводили в течение 10 часов с последующей ферментацией в течение 8 и 12 часов. Выход концентрата при данной технологии составил 12,0 % при 8-часовой экстракции и 12,5 % при 12-часовой экстракции.

Таким образом, при переработке копыт марала оптимальным является 5-часовой гидролиз в автоклаве с последующей ферментацией в течение 8 часов.

Исследования биохимического состава концентратов, полученных из кератинсодержащего сырья, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Биохимический состав концентратов из кератинсодержащего сырья

Показатель	Наименование биосубстанции			
	Нативный порошок из копыт марала	Концентрат из копыт после 10-часового автоклавирования и ферментации	Концентрат из копыт после 5-часового автоклавирования и ферментации	Концентрат из шерсти после 10-часового автоклавирования и ферментации
Вода, %	7,2	5,3	7,7	9,4
Протеин, %	89,8	65,2	80,3	41,8
Жир, %	1,3	8,0	7,9	5,4
БЭВ, %	-	14,1	-	16,9
Зола, %	1,7	7,4	4,1	26,5
Макроэлементы, г/кг				
Фосфор	2,2	1,2	2,4	0,9
Кальций	5,9	7,6	5,0	6,7
Магний	0,2	0,8	0,4	4,5
Хлор	3,1	2,4	2,3	3,0
Сера	2,3	3,8	5,1	3,6
Микроэлементы, мг/кг				
Железо	151,1	275,0	256,0	58,8
Цинк	25,1	33,4	16,5	9,9

Биохимический анализ концентратов из кератинсодержащего сырья маралов показал, что массовая доля протеина в образцах из копыт, полученных при гидролизе в автоклаве в течение 5 часов, была выше на 23,2 %, чем в биосубстанциях из копыт, полученных после 10-часового автоклавирования, и на 92,1 % выше, чем в концентрате из шерсти. В концентратах из копыт марала содержание жира на 48 % превышало данный показатель в концентрате из шерсти. Зольность концентратов из шерсти в 3,6–6,4 раза превышала данный показатель концентратов из копыт марала.

Согласно полученным данным, в биосубстанциях из копыт марала отмечено высокое содержание белка и железа. Процент протеина в концентрате, полученном при 5-часовой экстракции, был значительно выше, чем после 10-часовой. Достоверной разницы в количественном содержании макроэлементов в зависимости от технологии получения не установлено.

В концентрате из шерсти марала отмечен низкий уровень белка. Зольность образца из шерсти значительно выше по сравнению с концентратами из копыт.

Таким образом, переработка шерсти марала для получения белковых питательных биосубстанций является трудоемким и экономически затратным процессом.

По результатам проведенных исследований сухих концентратов из кератинсодержащего сырья маралов установлено, что гибели инфузорий, а также угнетения подвижности и деформации клеточной стенки не установлено. Замедления роста и мутации отдельных особей не наблюдалось, что свидетельствует о биологической безопасности полученных концентратов.

Исследована динамика роста и развития простейших в течение суток с целью выявления биологической активности полученных биосубстанций (табл. 2).

Таблица 2

Оценка роста и развития инфузорий полученных биосубстанций

Исследуемый образец	Генерация простейших за 24 часа	ОБЦ, %
Контроль (эталонный белок)	45,0	100,0
Копыта марала – автоклавирование 10 часов – ферментация	11,0	25,0
Копыта марала – автоклавирование 5 часов – ферментация	15,0	33,3
Нативный порошок из копыт марала	5,0	11,0

Согласно проведенному исследованию, ОБЦ концентрата из копыт марала составляла от 25 до 33,3 % в зависимости от технологии получения. Лучший результат показан у концентрата, полученного при автоклавировании копыт в течение 5 часов с последующей ферментацией. Биосубстанция из шерсти марала отличалась низкой величиной ОБЦ, что обусловлено малым содержанием белка в данном продукте.

2. При щелочном гидролизе шерсти маралов происходит разрушение значительной части аминокислот, а также образование нежелательных побочных продуктов, что требует дополнительной очистки гидролизатов.

3. Автоклавирование шерсти маралов в течение 10 часов с последующей ферментацией обеспечил выход растворимой белковой фракции от 15,5 до 16 %.

Выводы

1. При переработке копыт марала оптимальным является 5-часовой гидролиз в автоклаве с последующей ферментацией в течение 8 часов, который обеспечивает выход сухого растворимого белкового концентрата, равного 16,0 %.

Литература

1. Гришаева И.Н., Белозерских И.С. Способ коррекции органолептических свойств пантового концентрата // Научное обеспечение животноводства Сибири: мат-лы II Междунар. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2018. – С. 304–308.

2. Белозерских И.С., Луницын В.Г. Сравнение биохимического состава биосубстанций из пантов и второстепенной продукции пантового оленеводства, полученных различными технологиями // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 8. – С. 125–128.
3. Мотовилов О.К., Мотовилов К.Я., Науменко И.В. Разработка и внедрение инновационных технологий переработки сельскохозяйственной продукции // Пища. Экология. Качество: тр. XIII Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2016. – С. 13–18.
4. Соболева А.В. Разработка основ технологии получения таурина из кератинсодержащего сырья: автореф. дис. ... канд. хим. наук. – М., 2004. – 17 с.
5. Шамханов Ч.Ю. Получение и применение кератиновых продуктов на основе биомодификации сырья мясной промышленности: теория и практика: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Воронеж, 2004. – 44 с.
6. ГОСТ 31674-2012. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения общей токсичности. – М., 2012. – 16 с.
- koncentrata // Nauchnoe obespechenie zhivotnovodstva Sibiri: mat-ly II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Krasnojarsk, 2018. – S. 304–308.
2. Belozerskih I.S., Lunicyn V.G. Sravnenie biohimicheskogo sostava biosubstancij iz pantov i vtorostennoj produkcii pantovogo olenevodstva, poluchennyh razlichnymi tehnologijami // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 8. – S. 125–128.
3. Motovilov O.K., Motovilov K.Ja., Naumenko I.V. Razrabotka i vnedrenie innovacionnyh tehnologij pererabotki sel'skohozjajstvennoj produkcii // Pishha. Jekologija. Kachestvo: tr. XIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Novosibirsk, 2016. – S. 13–18.
4. Soboleva A.V. Razrabotka osnov tehnologij poluchenija taurina iz keratinsoderzhashhego syr'ja: avtoref. dis. ... kand. him. nauk. – M., 2004. – 17 s.
5. Shamhanov Ch.Ju. Poluchenie i primenenie keratinovyh produktov na osnove biomodifikacii syr'ja mjasnoj promyshlennosti: teorija i praktika: avtoref. dis. ... d-ra tehn. nauk. – Voronezh, 2004. – 44 s.
6. GOST 31674-2012. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredelenija obshhej toksichnosti. – M., 2012. – 16 s.

Literatura

1. Grishaeva I.N., Belozerskih I.S. Spособ korrekcii organolepticheskikh svojstv pantovogo

